

10/525792

DOCKET NO.: 265433US6PCT

DT01 Rec'd PCT/PTC 25 FEB 2005

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Shigeaki MARUYAMA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/10469

INTERNATIONAL FILING DATE: August 19, 2003

FOR: INPUT DEVICE AND ELECTRONIC APPARATUS USING THE SAME

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Japan	2002-251781	29 August 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/10469. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier  
Attorney of Record  
Registration No. 25,599  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

PCT/JP 03/10469

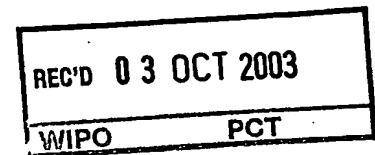
日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

19.08.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 8月29日



出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-251781  
[ST. 10/C]: [JP2002-251781]

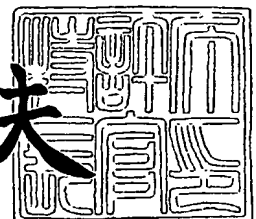
出 願 人  
Applicant(s): ソニー株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290433302

【提出日】 平成14年 8月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01H 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 丸山 重明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 本山 茂樹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区東五反田 3 丁目 1 4 番 1 3 号 株式会社ソ  
ニーコンピュータサイエンス研究所内

【氏名】 イワン プピレフ

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 木村 景一

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

【識別番号】 100096806

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡▲崎▼ 信太郎

【電話番号】 03-5833-8970

【選任した代理人】

【識別番号】 100098796

【弁理士】

【氏名又は名称】 新井 全

【電話番号】 03-5833-8970

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 029676

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709207

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 入出力装置および入出力装置を有する電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報を表示する画像表示部と、

前記画像表示部の前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで前記情報の入出力を行うためのタッチパネルと、

前記画像表示部に配置されて、前記情報の種類に応じて前記タッチパネルを通じて異なる種類の触覚を前記使用者にフィードバックさせるための振動発生手段と、

前記情報の種類に応じて異なる振動を前記振動発生手段に発生させるための振動制御手段と、を備え、

前記振動発生手段は、第 1 アクチュエータユニットと前記第 1 アクチュエータユニットに積層された第 2 アクチュエータユニットを有し、前記第 1 アクチュエータユニットと前記第 2 アクチュエータユニットの内的一方が伸び他方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータであり、

前記第 1 アクチュエータユニットと前記第 2 アクチュエータユニットは、ともに複数の圧電素子層により積層して構成されていることを特徴とする入出力装置。

【請求項 2】 前記第 1 アクチュエータユニットと前記第 2 アクチュエータユニットの各前記圧電素子の両側には、電極が配置されている請求項 1 に記載の入出力装置。

【請求項 3】 前記バイモルフ型圧電アクチュエータは、

前記バイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と前記画像表示部の間に配置されて第 1 支持部と、

前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記画像表示部の間に配置された第 2 支持部と、

前記バイモルフ型圧電アクチュエータの中央部と前記タッチパネルの間に配置された第 3 支持部と、を有する請求項 1 に記載の入出力装置。

【請求項 4】 前記第 1 支持部と前記第 2 支持部と第 3 支持部は、前記使用者

が前記タッチパネルに接触する方向とは異なる回転方向に自由度を有している請求項 3 に記載の入出力装置。

【請求項 5】前記第 1 支持部と前記第 2 支持部は、突起と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータと前記画像表示部に対して前記突起を固定するための軟質の接着剤とを有し、

前記第 3 支持部は、突起と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータと前記タッチパネルに対して前記突起を固定するための軟質の接着剤とを有する請求項 4 に記載の入出力装置。

【請求項 6】前記バイモルフ型圧電アクチュエータは、

前記バイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と前記タッチパネルとの間と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記タッチパネルとの間にそれぞれ配置された支持部を有する請求項 1 に記載の入出力装置。

【請求項 7】前記バイモルフ型圧電アクチュエータの途中には錘が設けられている請求項 6 に記載の入出力装置。

【請求項 8】前記画像表示部は液晶表示部であり、前記タッチパネルと前記液晶表示部の間にダストが侵入するのを防止するダストシールを有する請求項 1 に記載の入出力装置。

【請求項 9】前記振動制御手段は、前記バイモルフ型圧電アクチュエータに対して複数の振動制御波形パターンを記憶していて、各前記振動制御波形パターンは、前記画像表示部に表示されている複数の前記情報に対応している請求項 1 に記載の入出力装置。

【請求項 10】前記振動制御手段に記憶されている前記振動制御波形パターンは、書き換え可能である請求項 9 に記載の入出力装置。

【請求項 11】前記振動制御手段は、前記バイモルフ型圧電アクチュエータに対して加わる前記使用者の押圧力に応じて発生する起電力を検知する起電力検知手段を有する請求項 9 に記載の入出力装置。

【請求項 12】情報を入出力するための入出力装置を有する電子機器であり、

前記入出力装置は、

情報を表示する画像表示部と、

前記画像表示部の前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで前記情報の入出力を行うためのタッチパネルと、

前記画像表示部に配置されて、前記情報の種類に応じて前記タッチパネルを通じて異なる種類の触覚を前記使用者にフィードバックさせるための振動発生手段と、

前記情報の種類に応じて異なる振動を前記振動発生手段に発生させるための振動制御手段と、を備え、

前記振動発生手段は、第1アクチュエータユニットと前記第1アクチュエータユニットに積層された第2アクチュエータユニットを有し、前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットの内的一方が伸び他方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータであり、

前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットは、ともに複数の圧電素子層により積層して構成されていることを特徴とする入出力装置を有する電子機器。

【請求項13】前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットの各前記圧電素子の両側には、電極が配置されている請求項12に記載の入出力装置を有する電子機器。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、使用者がタッチパネルに触覚して情報を入力する際に、その入力操作に対する使用者へのフィードバックを触覚で実現することができる入出力装置および入出力装置を有する電子機器に関するものである。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

電子機器の一例として、たとえばATM（現金自動預金支払機）を例に挙げると、このATMの表示面にはタッチパネルが装着されている。使用者はタッチパネルを介して情報を入力する場合に、その使用者が入力動作を行う際の使用者へ

のフィードバックとしては、ATMの外部に付加される装置により実現している。この付加装置は、たとえば、ATMの表示画面における画像の変化を起こしたり、あるいはスピーカやサウンダーなどによる音の変化により実現している。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

このような入力動作の画像の変化や音の変化によるフィードバックの方式では、たとえば携帯情報端末のような小型の電子機器をアウトドアで使用する場合には、騒音や暗がりなどの環境下では十分にフィードバックを使用者に伝えることが困難である。

また使用者が指で表示画面上のアイコンなどをポインティングする場合には、操作を行う指が画像を隠してしまい、画像の変化によるフィードバック情報が使用者に伝わらないという難点もある。

#### 【0004】

タッチパネルに何らかの形で触覚フィードバックを与えるという試みは、既にいくつか公表されている以下の文献がある。

特開平9-251347号公報に開示の座標入力装置では、タッチパネルとメカスイッチの組み合わせによりクリック感を出している。

特開平11-212725号公報に開示の情報表示装置および操作入力装置では、圧電素子等を用いてタッチパネルに触覚フィードバックを提示する記述を含んでいるが、実際にフィードバックを得るためには（市場にあるものとしては）積層型の圧電素子あるいはバイモルフ型の圧電素子を使わないと変位量が小さすぎて実現は不可能である。

実開昭63-164127号公報に開示のタッチパネルスイッチでは、圧電体を用いてタッチパネルに触覚フィードバックを付与する記述があるが、タッチパネルとして光学式のものに限定している。

特開平11-85400号公報に開示の表示装置は、画像ディスプレイと入力装置、振動装置を組み合わせたものである。アクチュエータの種類や支持方法など、具体的な記述はない。主に、画像表示装置の下側に入力検出のセンサ（不透明なもの）を配した構造について述べられている。



そこで本発明は上記課題を解消し、使用者がタッチパネルに対して触覚を利用して情報の入力操作を行う際に、情報の種類に応じた入力操作に対する使用者へのフィードバックを使用者に対する触覚で確実に実現することができる入出力装置および入出力装置を有する電子機器を提供することを目的としている。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、情報を表示する画像表示部と、前記画像表示部の前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで前記情報の入出力を行うためのタッチパネルと、前記画像表示部に配置されて、前記情報の種類に応じて前記タッチパネルを通じて異なる種類の触覚を前記使用者にフィードバックさせるための振動発生手段と、前記情報の種類に応じて異なる振動を前記振動発生手段に発生させるための振動制御手段と、を備え、前記振動発生手段は、第1アクチュエータユニットと前記第1アクチュエータユニットに積層された第2アクチュエータユニットを有し、前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットの内の一方が伸び他方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータであり、前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットは、ともに複数の圧電素子層により積層して構成されていることを特徴とする入出力装置である。

#### 【0006】

請求項1では、画像表示部は情報を表示する。タッチパネルは画像表示部の情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで情報の入出力を行う。

振動発生手段は、画像表示部に配置されている。この振動発生手段は、情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせる。

振動制御手段は、情報の種類に応じて異なる振動を振動発生手段に発生させる。

振動発生手段は、第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットを有している。第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは積

層されており、第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットの内  
の一方が伸び一方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータが振動発生手段として  
用いられている。

第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは、共に複数の圧  
電素子層により積層して構成されている。

#### 【0007】

これにより、振動発生手段は、振動制御手段からの振動に基づいて、情報の種  
類に応じて異なる振動を発生する。これによって、使用者はタッチパネルを通じ  
て画像表示部の異なる情報の1つを選んで接触することにより、その情報の種類  
に応じた振動を使用者に対する触覚として使用者にフィードバックさせることが  
できる。したがって使用者は触覚の種類に応じて画像表示部の情報の種類を直感  
的に知ることができる。

本発明では、タッチパネルに触覚（振動）を利用した表示機能を付加すること  
により、入力操作に対するフィードバックを触覚で実現できる。この、触覚によ  
るフィードバックは、従来から操作のフィードバックとして一般的に用いられて  
いる、クリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、画像や音によ  
るフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。

また、触覚表示機能を、映像・音など従来から使われている表示機能と組み合  
わせることで、よりリアリティの高い情報の表示が可能になる。

また、バイモルフ型圧電アクチュエータの第1アクチュエータユニットと第2  
アクチュエータユニットは、共に複数の圧電素子層により積層して構成されてい  
ることから、各アクチュエータユニットが単一の圧電素子層により作られている  
のに比べて、振動方向への撓み（屈曲）変位を大きくすることができる。

#### 【0008】

請求項2の発明は、請求項1に記載の入出力装置において、前記第1アクチュ  
エータユニットと前記第2アクチュエータユニットの各前記圧電素子の両側には  
、電極が配置されている。

#### 【0009】

請求項3の発明は、請求項1に記載の入出力装置において、前記バイモルフ型

圧電アクチュエータは、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と前記画像表示部の間に配置されて第1支持部と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記画像表示部の間に配置された第2支持部と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの中央部と前記タッチパネルの間に配置された第3支持部と、を有する。

#### 【0010】

請求項3では、バイモルフ型圧電アクチュエータは、第1支持部と、第2支持部と、そして第3支持部を有している。第1支持部はバイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と画像表示部の間に配置されている。第2支持部はバイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と画像表示部の間に配置されている。第3支持部は、バイモルフ型圧電アクチュエータの中央部とタッチパネルの間に配置されている。このことからバイモルフ型圧電アクチュエータは、タッチパネルと画像表示部の間で3点で支持されている。

#### 【0011】

請求項4の発明は、請求項3に記載の入出力装置において、前記第1支持部と前記第2支持部と第3支持部は、前記使用者が前記タッチパネルに接触する方向とは異なる回転方向に自由度を有している。

#### 【0012】

請求項4では、第1支持部、第2支持部および第3支持部は、使用者がタッチパネルに接触する方向とは異なる回転方向に自由度を有している。このことからバイモルフ型圧電アクチュエータが撓み変位を起こしても第1支持部乃至第3支持部においてはバイモルフ型圧電アクチュエータは自由に回転方向に回転できる。

#### 【0013】

請求項5の発明は、請求項4に記載の入出力装置において、前記第1支持部と前記第2支持部は、突起と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータと前記画像表示部に対して前記突起を固定するための軟質の接着剤とを有し、前記第3支持部は、突起と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータと前記タッチパネルに対して前記突起を固定するための軟質の接着剤とを有する。

## 【0014】

請求項5では、第1支持部と第2支持部は突起と軟質の接着剤を有している。第1支持部と第2支持部の軟質の接着剤は、バイモルフ型圧電アクチュエータと画像表示部に対して突起を固定するためのものである。突起はバイモルフ型圧電アクチュエータを支持しており、しかも軟質の接着剤により固定されていることからバイモルフ型圧電アクチュエータは、第1支持部と第2支持部において、回転方向に自由度を有しており、使用者が接触する方向には移動が拘束されている。

第3支持部は、突起と軟質の接着剤を有している。軟質の接着剤は、バイモルフ型圧電アクチュエータとタッチパネルに対し突起を固定している。この突起はバイモルフ型圧電アクチュエータを回転方向に自由度を有するようにしてかつ使用者が指を接触する方向には位置を拘束できるように支持している。

## 【0015】

請求項6の発明は、請求項1に記載の入出力装置において、前記バイモルフ型圧電アクチュエータは、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの一端部と前記タッチパネルとの間と、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの他端部と前記タッチパネルとの間にそれぞれ配置された支持部を有する。

## 【0016】

請求項6では、バイモルフ型圧電アクチュエータは、支持部を有している。この支持部はバイモルフ型圧電アクチュエータの一端部とタッチパネルの間と、さらにバイモルフ型圧電アクチュエータの他端部とタッチパネルとの間の2ヶ所にそれぞれ配置されている。したがってバイモルフ型圧電アクチュエータは、タッチパネル側に対して2つの箇所の支持部により2点支持されている。この支持部は圧電アクチュエータの曲げ変形をさまたげない。

## 【0017】

請求項7の発明は、請求項6に記載の入出力装置において、前記バイモルフ型圧電アクチュエータの途中には錘が設けられている。

## 【0018】

請求項7では、バイモルフ型圧電アクチュエータの途中には錘が設けられてい

る。アクチュエータの曲げに伴い支持部に発生する反力を増大している。

【0019】

請求項8の発明は、請求項1に記載の入出力装置において、前記画像表示部は液晶表示部であり、前記タッチパネルと前記液晶表示部の間にダストが侵入するのを防止するダストシールを有する。

【0020】

請求項8では、画像表示部は液晶表示部である。ダストシールは、タッチパネルと液晶表示部の間にダストが侵入するのを防止する。

【0021】

請求項9の発明は、請求項1に記載の入出力装置において、前記振動制御手段は、前記バイモルフ型圧電アクチュエータに対して複数の振動制御波形パターンを記憶していて、各前記振動制御波形パターンは、前記画像表示部に表示されている複数の前記情報に対応している。

【0022】

請求項10の発明は、請求項9に記載の入出力装置において、前記振動制御手段に記憶されている前記振動制御波形パターンは、書き換え可能である。

【0023】

請求項10では、振動制御波形パターンは任意に書き換え可能である。

【0024】

請求項11の発明は、請求項9に記載の入出力装置において、前記振動制御手段は、前記バイモルフ型圧電アクチュエータに対して加わる前記使用者の押圧力に応じて発生する起電力を検知する起電力検知手段を有する。

【0025】

請求項11では、起電力検知手段が、バイモルフ型圧電アクチュエータに対して加わる使用者の押圧力を検知するため、バイモルフ型圧電アクチュエータより発生する起電力を検知することにより、使用者の押圧力をリアルタイムで測定することができる。この使用者の押圧力の測定により、過度の押圧力が加わった場合に使用者に対して注意を促したりすることができる。

【0026】

請求項 12 の発明は、情報を入出力するための入出力装置を有する電子機器であり、前記入出力装置は、情報を表示する画像表示部と、前記画像表示部の前記情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで前記情報の入出力を行うためのタッチパネルと、前記画像表示部に配置されて、前記情報の種類に応じて前記タッチパネルを通じて異なる種類の触覚を前記使用者にフィードバックさせるための振動発生手段と、前記情報の種類に応じて異なる振動を前記振動発生手段に発生させるための振動制御手段と、を備え、前記振動発生手段は、第 1 アクチュエータユニットと前記第 1 アクチュエータユニットに積層された第 2 アクチュエータユニットを有し、前記第 1 アクチュエータユニットと前記第 2 アクチュエータユニットの内的一方が伸び他方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータであり、前記第 1 アクチュエータユニットと前記第 2 アクチュエータユニットは、ともに複数の圧電素子層により積層して構成されていることを特徴とする入出力装置を有する電子機器である。

#### 【0027】

請求項 12 では、画像表示部は情報を表示する。タッチパネルは画像表示部の情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで情報の入出力を行う。

振動発生手段は、画像表示部に配置されている。この振動発生手段は、情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせる。

振動制御手段は、情報の種類に応じて異なる振動を振動発生手段に発生させる。

振動発生手段は、第 1 アクチュエータユニットと第 2 アクチュエータユニットを有している。第 1 アクチュエータユニットと第 2 アクチュエータユニットは積層されており、第 1 アクチュエータユニットと第 2 アクチュエータユニットの内的一方が伸び一方が縮むバイモルフ型圧電アクチュエータが振動発生手段として用いられている。

第 1 アクチュエータユニットと第 2 アクチュエータユニットは、共に複数の圧電素子層により積層して構成されている。

これにより、振動発生手段は、振動制御手段からの振動に基づいて、情報の種類に応じて異なる振動を発生する。これによって、使用者はタッチパネルを通じて画像表示部の異なる情報の1つを選んで接触することにより、その情報の種類に応じた振動を使用者に対する触覚として使用者にフィードバックさせることができる。したがって使用者は触覚の種類に応じて画像表示部の情報の種類を直感的に知ることができる。

#### 【0028】

本発明では、タッチパネルに触覚（振動）を利用した表示機能を付加することにより、入力操作に対するフィードバックを触覚で実現できる。この、触覚によるフィードバックは、従来から操作のフィードバックとして一般的に用いられている、クリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、画像や音によるフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。

また、バイモルフ型圧電アクチュエータの第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットは、共に複数の圧電素子層により積層して構成されていることから、各アクチュエータユニットが単一の圧電素子層により作られているのに比べて、振動方向への撓み（屈曲）変位を大きくすることができる。

#### 【0029】

請求項13の発明は、請求項12に記載の入出力装置を有する電子機器において、前記第1アクチュエータユニットと前記第2アクチュエータユニットの各前記圧電素子の両側には、電極が配置されている。

#### 【0030】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

#### 【0031】

図1は、本発明の入出力装置を有する電子機器の一例を示す斜視図である。図

1 に示す電子機器 10 は、いわゆる携帯情報端末（PDA）である。

本発明では、タッチパネルに触覚（振動）を利用した触覚フィードバック発生機能を付加することにより、情報の種類に応じた入力操作に対するフィードバックを使用者に対して触覚で実現できる。この触覚によるフィードバックは、従来から操作のフィードバックとして一般的に用いられているクリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、使用者にとっては、画像や音によるフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。

また、触覚フィードバック発生機能により、入力操作のフィードバックだけでなく、従来から用いられている画像や音の表示と同様に様々な情報を使用者に提示できる。

#### 【0032】

図 1 に示す電子機器 10 は、概略的には本体 13、タッチパネル 15、複数のバイモルフ型圧電アクチュエータ 20、そして入出力装置 100 を有している。図 1 の電子機器 10 の例では、4 つのバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 が設けられている。

本体 13 は、いくつかのキー 16 乃至 19 やキー 21, 22, 24 そして電源スイッチ 23 を有している。たとえばキー 16 は変換キーであり、キー 17 は決定キーであり、キー 18 は日本語と英語の切替キーなどである。本体 13 はその他にも必要なキーが設けられている。

#### 【0033】

図 2 は、図 1 に示すタッチパネル 15 と本体 13 の支持フレーム 25 を示している。この支持フレーム 25 の 4 隅の位置には、長板状の 4 つのバイモルフ型圧電アクチュエータ 20 がたとえば接着剤により固定されている。

#### 【0034】

図 3 は、タッチパネル 15 と本体 13 を示す分解斜視図である。

本体 13 は、上述したように画像表示部の支持フレーム 25 と、画像表示部 30 を有している。この画像表示部 30 は、たとえば液晶表示部を用いることができる。

画像表示部 30 は、液晶表示部（LCD）以外に、有機 EL（エレクトロルミ



ネッセンズ)やCRT(陰極線管)等でもよい。この画像表示部30には、たとえば図1に示すキー24を操作することにより、必要なアイコン31乃至34を一例として表示することができる。

支持フレーム25は、たとえば金属により作られており、画像表示部30の4辺の位置に設けられた4辺形状の枠体である。支持フレーム25のたて枠部25A、25Bには、それぞれ2つずつのバイモルフ型圧電アクチュエータ20が間隔をおいて直列に接着剤により固定されている。バイモルフ型圧電アクチュエータ20は、X方向に平行に配列されている。このX方向は、本体13の短手方向であるY方向と直角の方向である。

#### 【0035】

本体13はたとえばプラスチック、一例としてPC(ポリカーボネート)、ABS(アクリロニトリルブタジエンスチレン)、PI(ポリイミド)、などにより作られているが、特に限定されるものではない。

支持フレーム25は、金属やプラスチックにより作ることができるが、たとえばアルミニウムや鉄板、ステンレス板により作られている。画像表示部30は、たとえばカラー表示をすることができる液晶表示部である。

#### 【0036】

タッチパネル15は、透明のフィルムであり、たとえば薄いポリエステルフィルムを採用することができる。

このタッチパネル15には、たとえば透明な導電膜(ITO)をたとえば短冊状に所定の厚さで蒸着させたものである。このようなポリエステルフィルムを2枚用意して、一方のポリエステルフィルムには縦方向に短冊状に導電膜が形成されており、他方のポリエステルフィルムには、横方向に短冊状に導電膜が形成されている。このような2枚のポリエステルフィルムを重ねてその間に電気絶縁のスペーサを配置することにより、両方の導電膜がそのままでは接触しないようになっている。

そして使用者(操作者とも呼ぶ)が指でポリエステルフィルムの表面を押すことにより、一方のポリエステルフィルムの導電膜と他方のポリエステルフィルムの導電膜を介して電流が流れ、座標軸のX、Yの交点から、図3に示す画像表示

部30のどの位置を押しているかが分かるような構造になっている。

そしてこの交点を結ぶことにより流れる電流を電気回路で処理することによって、たとえばCPU（中央処理装置）は、図3に示す画像表示部30のどのアイコン31乃至34が使用者により指で押されたかを判別できるようになっている。

このようなタッチパネル15の形式は特に限定されるものではなく、各種のものを採用することができる。タッチパネル15は、透明のガラス板と透明のフィルムを重ねて形成してもよい。このガラス板の表面の導電膜と、フィルムの表面の導電膜が、接触することで、画像表示部30のどの位置を押しているかが判る。

#### 【0037】

図4は、A-A線における電子機器の断面構造例である。図5は、図4の断面構造例の一部を拡大している。

図4と図5において、タッチパネル15と支持フレーム25の間には、上述した4つのバイモルフ型圧電アクチュエータ20が配置されている。タッチパネル15と支持フレーム25の間隔を設定するために、タッチパネル支持材35が設けられている。このタッチパネル支持材35は、柔軟性がありかつ振動を吸収しない材料により作られており、タッチパネル15のたとえば4隅位置に位置している。

タッチパネル15と支持フレーム25の間の空間には、上述したバイモルフ型圧電アクチュエータ20が配置されている。このバイモルフ型圧電アクチュエータ20と振動伝達機構は、振動発生手段を構成している。バイモルフ型圧電アクチュエータ20の撓み変位による振動がタッチパネル15側に伝達されるようになっている。

#### 【0038】

以下の説明では、バイモルフ型圧電アクチュエータ20は、単に圧電アクチュエータ20と略称して用いる。この圧電アクチュエータ20の一端部20Aと支持フレーム25の間には、第1支持部41が設けられている。同様にして圧電アクチュエータ20の他端部20Bと支持フレーム25の間には第2支持部42が

設けられている。圧電アクチュエータ 20 の中間部分と、タッチパネル 15 の裏面の間には、第 3 支持部 43 が設けられている。

#### 【0039】

図 5 では、第 1 支持部 41、第 2 支持部 42 および第 3 支持部 43 が拡大して示されている。図 5 (A) と図 4 に示すように、圧電アクチュエータ 20 の振動変位は  $U$  で示している。この振動変位  $U$  は、タッチパネル 15 と支持フレーム 25 に対して垂直方向、すなわち  $Z$  方向である。この  $Z$  方向は図 3 に示す  $X$  方向と  $Y$  方向に対して直角の方向である。

#### 【0040】

図 4 と図 5 (A) に示すように、圧電アクチュエータ 20 は、タッチパネル 15 と支持フレーム 25 の間において、第 1 支持部 41 から第 3 支持部 43 を用いて、3 点により支持されている。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、圧電アクチュエータ 20 が発生する振動を、タッチパネル 15 側に伝えるいわゆる上述した振動伝達機構 37 を構成している。

第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、図 5 (A) に示すように、それぞれナイフエッジ状の突起 50 と軟質の接着剤 51 から構成されている。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 は、それぞれの地点において圧電アクチュエータ 20 の撓み変形（曲げ変形とも呼ぶ）の妨げにならないように、ナイフエッジ状の突起 50 を用いて圧電アクチュエータ 20 の面を支持している。すなわち第 1 支持部 41 の突起 50 は、支持フレーム 25 に対して圧電アクチュエータ 20 を  $R$  方向に回転可能に支持している。同様に第 2 支持部 42 の突起 50 は、支持フレーム 25 に対して圧電アクチュエータ 20 を  $R$  方向に回転可能に支持している。第 3 支持部 43 の突起 50 は、タッチパネル 15 に対して圧電アクチュエータ 20 を  $R$  方向に回転可能に支持している。

#### 【0041】

第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 の軟質の接着剤 51 は、それぞれの突起 50 を支持フレーム 25 とタッチパネル 15 にそれぞれ接着して位置ずれを起こさないようにするために用いている。

軟質の接着剤 51 の材質としては、硬質の材料である突起を接着しかつ圧電ア

クチュエータ 20 の撓み変位を減じることなくタッチパネル 15 側に伝えるような材質を採用できる。

この軟質の接着剤の材質としては、たとえばスチレン系エラストマー（KG ゲル：YMG-80-BK（北川工業株式会社））である。

#### 【0042】

図 5（B）においては、突起 50 と軟質の接着剤 51 を示しており、軟質の接着剤 51 は破線で示している。

図 4 と図 5 に示す圧電アクチュエータ 20 が発生する振動変位 U は Z 方向に平行である。第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 においては、上述したようにナイフエッジ状の突起 50 を有して、接着剤 51 で固定されいることから、第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 では圧電アクチュエータ 20 は R 方向に沿って回転方向 R にのみ移動の自由度を有しており、振動変位 U に沿った Z 方向には位置が拘束されている。

#### 【0043】

次に、図 6 と図 7 を参照して圧電アクチュエータ 20 の構造例について説明する。

図 6 は圧電アクチュエータ 20 の構造を一部省略して図示している。

圧電アクチュエータ 20 は、いわゆるバイモルフ型の圧電アクチュエータである。このバイモルフ型の圧電アクチュエータは、バイモルフ型圧電振動子などとも呼んでいる。圧電アクチュエータ 20 は、概略的には第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 を積層して構成されている。

#### 【0044】

第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 の構造はほぼ同じであり、それぞれ複数の圧電素子層 63 を有している。この圧電素子層 63 は、圧電素子 64 とこの圧電素子 64 の両面に形成された電極層 65 の 3 層から構成されている。この圧電素子層 63 は、素アクチュエータユニットとも呼んでいる。

したがって第 1 アクチュエータユニット 61 と第 2 アクチュエータユニット 62 は、それぞれ複数の圧電素子層 63 を積層することで構成されている。図 6 と

図7の例では、第1アクチュエータユニット61と第2アクチュエータユニット62は、それぞれ9層の圧電素子層63を積層して構成している。

圧電素子層63の圧電素子64は、たとえばPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）により作られている。電極層65はたとえばAg-Pdにより作られている。第1アクチュエータユニット61と第2アクチュエータユニット62の間には、中間の電極層65Aが設けられている。

#### 【0045】

したがって図6と図7に示す圧電アクチュエータ20は、合計18層の圧電素子64と、各圧電素子64の間の電極層65および表裏にある電極層65の合計19層の電極層65とから構成されている。図7に示す圧電素子64の1層当たりの厚さD1は、たとえば28 $\mu$ mである。電極層65の厚さD2は、たとえば約4 $\mu$ mである。圧電アクチュエータ20は、上述した圧電素子層63が18個積層された構造であり、各圧電素子層63はそれぞれ電氣的に並列に結合されている。

#### 【0046】

図6に示すように圧電アクチュエータ20に対して層間接続部66A、66Bを設け、これらの層間接続部66A、66Bに対して駆動電圧を印加した場合に、第1アクチュエータユニット61の9層の圧電素子層63が伸び／縮み、第2アクチュエータユニット62の9層の圧電素子層63が縮み／伸びるように、各圧電素子層63の圧電素子64は分極処理が施されている。

したがって、バイモルフ型圧電アクチュエータ20は、結果としてバイメタルと同様な原理で撓み変位するようになっている。図7に示す圧電アクチュエータ20の合計の厚みは、たとえば500 $\mu$ mであり、非常に薄く小型のものである。このような積層型の圧電アクチュエータ20を用いることにより、第1アクチュエータユニット61と第2アクチュエータユニット62をそれぞれ単層の圧電素子層で形成する場合に比べて、限られた駆動電圧を用いた場合により大きな撓み変位を発生させることができる。第1アクチュエータユニット61が伸びれば第2アクチュエータユニット62は縮み、第1アクチュエータユニット61が縮めば第2アクチュエータユニット62が伸びるといったように、圧電アクチュエ

ータ 2 0 は図 4 に示す振動変位  $U$  に沿って変位する。上述したこのバイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 は、多層バイモルフ型圧電アクチュエータとも呼んでいる。

#### 【 0 0 4 7 】

ここで、小型の携帯機器に特に適するバイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 の動作について述べる。

図 1 に示すような携帯の電子機器 1 0 は、通常  $Li-ion$  や  $Ni$ -水素バッテリーを主電源として用いている。上述した通常のバイモルフ型圧電アクチュエータバッテリーに上記のバッテリーが発生する電圧を印加しても、使用者に触覚として知覚せしめるだけの撓み変位や力は発生できない。

この問題の解決のため、本発明の実施の形態では、構造を持つ多層のバイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 を用い、同じ撓み変位と力を発生させるために必要な駆動電圧の低電圧化を以下のように図る。

#### 【 0 0 4 8 】

バイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 を変形（駆動）するための圧電素子のひずみ量  $\Delta L 1$  は次式で与えられる。

$\Delta L 1 = d 3 1 * E * L$  ( $d 3 1$  : 圧電定数、 $E$  : 印加電界強さ、 $L$  : 素子長さ)

ひずみ量は電界の強さに比例するので、低電圧化しても電界強さを一定に保てれば歪み量は不変である。たとえば、図 9 (A) の素子には 2 V、図 9 (B) の素子には 1 V の電圧が印加されているが、図 9 (B) の素子の厚さが図 9 (A) のその 1 / 2 である。このため、素子内部の電位勾配、すなわち電界強さは両方とも同じであり、結果としてひずみ量も同じである。

#### 【 0 0 4 9 】

このように、本発明では図 6 と図 7 のように素子を厚さ方向に分割することで、低電圧駆動でも使用者に触覚を感じさせるバイモルフ型圧電アクチュエータ 2 0 が実現できる。

この例の場合のアクチュエータ変位量を、たとえば 2 0 mm スパンで両端を支持したときの中央部変位として表現すると、印加電圧が 1 0 V のとき、中央部変

位は約  $25\mu\text{m}$  である。さらに素子の厚さを分割し、たとえば  $\text{Li-ion}$  バッテリーを用いた場合の電圧約  $3.3\text{V}$  で上記と同様に  $25\mu\text{m}$  程度の変位を得るためには、1 素子あたりの厚さを、図 6 の約  $1/3$  にすれば良いので、 $10\mu\text{m}$  程度にすれば実現する。

#### 【0050】

図 9 に示す電子機器 10 の画像表示部 30 には、たとえば 4 つのアイコン 31 乃至 34 が表示されている。この画像表示部 30 の上には上述したタッチパネル 15 が配置されている。

#### 【0051】

図 10 は、図 9 の制御ブロックの例を示している。

電子機器 10 の制御ブロック 70 は、振動発生手段 71、振動制御手段 73、タッチパネル 15、画像表示部 30 を有している。

CPU (中央処理装置) 74 は、電子機器 10 の本来の携帯情報端末としての機能を実現するための中央処理装置であり、この CPU 74 は、画像表示部 30 とタッチパネル 15 などの信号処理を行う。すなわち CPU 74 は、画像表示部 30 に対してアイコンなどの表示信号 S5 を送り、タッチパネル 15 からの座標値 S4 が CPU 74 に供給されるようになっている。タッチパネル 15 は使用者の指 F またはスタイラス (ペン) で接触して押すようになっている。

#### 【0052】

振動制御手段 73 は、情報の種類に応じて異なる振動モードを振動発生手段 71 に発生させるためのものである。この振動制御手段 73 と振動発生手段 71 は、通常用いられている電子機器 10 には無い本発明の実施の形態の特徴的な部分である。

振動制御手段 73 は、プロセッサ 80、メモリー 81、外部プログラムポート 82、D/A コンバータ 83、そして電流アンプ 84 を有している。プロセッサ 80 は、CPU 74 とメモリー 81 と外部プログラムポート 82 および D/A コンバータ 83 に接続されている。

#### 【0053】

メモリー 81 は図 10 に示すようなたとえば 4 つの振動モードである、たとえ

ば振動制御波形パターンP 1乃至P 4を記憶している。この振動制御波形パターンP (P 1乃至P 4) は、メモリー8 1からプロセッサ8 0に供給できる。これらの振動制御波形パターンP 1乃至P 4は、図9に示すアイコン3 1乃至3 4にそれぞれ対応したパターンである。アイコン3 1乃至3 4はそれぞれ異なる情報の例であり、この4種類のアイコン3 1乃至3 4は画像表示部3 0に任意に表示することができる。

#### 【0054】

このデジタル信号である振動制御波形パターンPはプロセッサ8 0に供給される。メモリー8 1に対してデジタル信号である振動制御波形パターンPを供給させる方法としては、外部のパーソナルコンピュータなどの外部プログラマ7 5によって生成された任意の振動制御波形パターンを、外部プログラムポート8 2を介してプロセッサ8 0に取り込み、振動制御波形パターンPの登録番号および性質を付与した上でメモリー8 1に登録させる方法がある。

また、メモリー8 1に振動制御波形パターンを記憶させる別の方法としては、タッチパネル1 5から入力される波形の情報に基づいて、プロセッサ8 0は振動制御波形パターンを生成して、やはり登録番号と性質を付与した上でメモリー8 1に供給させる。

このように、外部プログラムポート8 2は、外部のパーソナルコンピュータやその他の外部的な手段により生成された上述したような振動制御波形パターンをプロセッサ8 0を介してメモリー8 1に取り込むためのポートである。

#### 【0055】

プロセッサ8 0は、CPU 7 4から送られるたとえばタッチパネル1 5上の座標値S 4 (座標情報) に応じた要求信号座標値Sにより、メモリー8 1からその要求信号座標値Sに応じた振動制御波形パターンP (P 1～P 4) を選択して、デジタル波形S 1としてD/Aコンバータ8 3に出力する信号処理を行う。この座標値S 4 (座標情報) は、図9に示す画像表示部3 0の情報としてのアイコン3 1乃至3 4の座標とリンクしている。

またプロセッサ8 0は、すでに述べたように外部的なプログラム手段を用いずに、携帯情報端末としての電子機器1 0に蓄えられているタッチパネル1 5など



の入力手段により入力された情報により、振動発生手段 71 の圧電アクチュエータ 20 を動作させる振動波形制御パターン P を生成するなどの信号処理を行うこともできる。

このようにプロセッサ 80 と CPU 74 の間では、座標値 S4 に応じた要求信号座標値 S をやり取りすることにより、タッチパネル 15 の座標値 S4 をプロセッサ 80 に取り込むことができる。

#### 【0056】

プロセッサ 80 は、D/A コンバータ 83 に対してデジタル波形 S1 を送ると、D/A コンバータ 83 はこのデジタル波形 S1 を、アナログ電圧波形 S2 に変換する。電流アンプ 84 は、このアナログ電圧波形 S2 を、圧電アクチュエータ 20 に対して圧電アクチュエータ 20 を駆動するために十分な電流を持った電圧の指令値 S3 を生成して振動発生手段 71 の圧電アクチュエータ 20 に送る。この電流アンプ 84 は、アナログ電圧波形 S2 を、圧電アクチュエータ 20 を駆動するために十分な電流になるように電流的に増幅して圧電アクチュエータ 20 に出力するのである。

#### 【0057】

図 10 に示す振動発生手段 71 は、圧電アクチュエータ 20 と振動伝達機構 37 を有している。

振動伝達機構 37 は、図 4 に示すように第 1 支持部 41 乃至第 3 支持部 43 を有していることは既に述べている。圧電アクチュエータ 20 は、電流アンプ 84 からの指令値 S3 を機械的な撓み変位に変換する。振動伝達機構 37 は、圧電アクチュエータ 20 の撓み変位を図 4 に示すタッチパネル 15 に対して伝える。

図 1 と図 3 に示す携帯型情報端末のような電子機器 10 は、図 10 の入出力装置 100 を有している。この入出力装置 100 は、図 10 に示すように画像表示部 30、タッチパネル 15、振動発生手段 71 および振動制御手段 73 を有している。

#### 【0058】

次に、上述した入出力装置 100 を有する電子機器 10 の動作について説明する。

使用者は、図9に示すような画像表示部30のアイコン31乃至34を一例として見ている。これらのアイコン31乃至34は、それぞれ異なる情報を示している。

使用者がアイコン31をタッチパネル15を介して指で触れると、画像表示部30の画面上の座標が図10に示すタッチパネル15から座標値S4としてCPU74に送られる。アイコン31とこのアイコン31の座標値S4は予めCPU74内で関係付けられている。

CPU74から使用者が触れたアイコン31を示す信号（たとえばクリックアイコン）が要求信号座標値Sとしてプロセッサ80に送られると、プロセッサ80はそのアイコン31に適した振動制御波形パターンP1をメモリー81から呼び出して、デジタル波形S1としてD/Aコンバータ83に出力する。

#### 【0059】

D/Aコンバータ83は、プロセッサ80からのデジタル波形S1をアナログ電圧波形S2に変換する。電流アンプ84は、アナログ電圧波形S2の電流値を増幅して、指令値S3を圧電アクチュエータ20に供給する。圧電アクチュエータ20は、与えられた指令値S3（電圧値）に従い機械的に撓み曲げ変形をする。

この時に、圧電アクチュエータ20は、図4に示すように第1支持部41乃至第3支持部43によっては撓み曲げ変形を阻害することの無いように自由度を持っている。すなわち上述したように、第1支持部41乃至第3支持部43は、図5（A）に示すようにR方向に沿って回転方向には自由度を有しているが、振動変位U方向には位置変位はしないようになっている。このことから、圧電アクチュエータ20が撓み変形することによって、タッチパネル15は振動変位Uに沿ってのみ変位するのである。圧電アクチュエータ20の中央部の連続的なこのような振動変位Uは、タッチパネル15の連続的な変位に似てすなわち振動の波形として使用者の指Fに触覚フィードバックTBとして提示されることになる。

#### 【0060】

このようにして、本発明の実施の形態では、タッチパネルに触覚（振動）を利用した触覚フィードバック発生機能を付加することにより、入力操作に対するフ

ィードバックを触覚で実現できる。この触覚によるフィードバックは、従来から操作のフィードバックとして一般的に用いられている、クリック感やストローク感などと感覚的に近いものであり、使用者からみて画像や音によるフィードバックに比較して、より直感的であるという利点がある。そして、フィードバック情報だけでなく、触覚情報の表示機能もある。

#### 【0061】

図9に示す別のアイコン32を選択することにより、上述したような同じ要領で、振動制御波形パターンP2がメモリー81から呼び出されて電流アンプ84からの指令値S3に基づいて圧電アクチュエータ20が振動制御波形パターンP2に基づいて振動する。

同様にしてアイコン33を使用者が指で押すことにより、振動制御波形パターンP3に基づいて圧電アクチュエータ20が振動変位を起こす。使用者がアイコン34を押すことにより、振動制御波形パターンP4に基づいて圧電アクチュエータ20が振動変位を起こす。

#### 【0062】

図9に示すように、振動制御波形パターンP1は、クリック感、すなわち剛性感を発生するいわゆる矩形波パターンである。振動制御波形パターンP2は、ハートビートのようなリズム感覚を感じるようなデジタル波形であり、そのパルス幅は任意に設定されている。

振動制御波形パターンP3は、連続的な動きを発生する動作感を感じるような波形であり、階段状の波形である。振動制御波形パターンP4は、普通のタッチパネルの反応、すなわちほぼ一定の振動変位である。

このように、アイコン31乃至34は、それぞれ異なる情報を表示しているが、これらのアイコン31乃至34に応じて、異なる振動制御波形パターンP1乃至P4をそれぞれ割り付けている。このことから、振動制御波形パターンP1乃至P4に基づいて圧電アクチュエータ20が異なる振動変位を起こすことにより、使用者は指を通じてアイコン31乃至34の種類を直感的かつ体感的に感じるができるのである。

なお、アイコン31乃至34とそれらの座標値とそして振動制御波形パターン

の関連付けは、図10に示すプロセッサ80で行うようにしてもよい。CPU74とプロセッサ80の信号処理の分担はいろいろ考えられるが、上述した図10に示す例に特に限定されるものでもない。

#### 【0063】

図11と図12は、本発明のさらに別の実施の形態を示している。

図11と図12のそれぞれの別の実施の形態は、図4の実施の形態に対してさらに付加的な要素を有している。

図11の実施の形態と図12の実施の形態の構成要素が、図4の実施の形態と同様な構成要素については、同じ符号を記してその説明を用いることにする。

#### 【0064】

図11の実施の形態で異なるのは、タッチパネル15と支持フレーム25との間に、パネル押えフレーム110が設けられていることである。このパネル押えフレーム110は、タッチパネル15の端部を支持フレーム25に対して固定するためのほぼ断面L字型の部材であり、たとえば4辺を有する枠体である。

このパネル押えフレーム110の上端部111とタッチパネル15の端部の間には、ダストシール113が設けられている。このダストシール113は、たとえばリング状であり、ほぼ断面方形状、断面円形状もしくは断面楕円形状の弾力性を有する部材であり、たとえばプラスチックやゴムにより作られている。

このダストシール113は、タッチパネル15と支持フレーム25の間の空間に塵埃やごみなどのダストが侵入するのを防止するためのシールである。しかもこのダストシール113は、タッチパネル15をパネル押えフレーム110に対して支持するためのタッチパネル支持材の役割も果たしている。ダストシール113は、非常に柔軟性を持った材料か、ある程度柔軟性と振動を減衰しない特性を持った材料で作られており、圧電アクチュエータ20の発生する振動変位の減衰を最小にする作用を持つ。

#### 【0065】

図12のさらに別の実施の形態では、図11のダストシール113およびパネル押えフレーム110に加えて圧電アクチュエータ20の振動伝達機構137の構造が異なっている。

図4では、第1支持部41乃至第3支持部43を用いて圧電アクチュエータ20がタッチパネル15と支持フレーム25の間に3点で支持されている。

これに対して図12の実施の形態では、振動伝達機構137は、支持部141ともう1つの支持部142を有している。支持部141は、圧電アクチュエータ20の一端部20Aと支持フレーム25の間に配置されている。もう1つの支持部142は、圧電アクチュエータ20の他端部20Bとタッチパネル15の内面の間に配置されている。

支持部142は、図5(A)と図5(B)の突起50と軟質の接着剤51を有する構成例と同じである。しかし、支持部141は、硬質の接着剤により画像表示部の支持フレーム25に堅固に固定されている。

このように圧電アクチュエータ20は、支持部141、142を用いた2点支持でタッチパネル15と支持フレーム25の間に支持されている。圧電アクチュエータ20が撓み変位すると、タッチパネル15は振動変位Uに沿って変位する。このような圧電アクチュエータ20はいわゆる片持ち式でタッチパネル15と支持フレーム25の間に支持されている。

#### 【0066】

次に、図13と図14は、本発明のさらに別の実施の形態を示している。

図13の実施の形態では、圧電アクチュエータ20が、タッチパネル15の内面側のみに支持されていることが特徴的である。圧電アクチュエータ20の一端部20Aは、支持部241により支持されており、圧電アクチュエータ20の他端部20Bは、支持部242を用いて支持されている。このような構造を採用しても、圧電アクチュエータ20はR方向に沿って回転方向に自由度を有しているが、振動変位Uに沿ってタッチパネル15に振動を発生させることができる。

#### 【0067】

図14の実施の形態では、図13の実施の形態のさらに圧電アクチュエータ20の中間部分には錘250が固定されている。この錘250の慣性力が圧電アクチュエータ20の振動変位Uを起こす場合に発生する。圧電アクチュエータ20がタッチパネル15を押し上げる時の反力を、この錘250の慣性力が支えるので、圧電アクチュエータ20の撓み変位が効率良くタッチパネル15に伝達でき

るのである。

図13と図14のように圧電アクチュエータ20がタッチパネル15側のみに支持されるような構成を採用することにより次のようなメリットがある。すなわち、使用者がタッチパネル15を押した時の力が圧電アクチュエータ20に直接加わることが無いので、使用者が誤って過度の力でタッチパネル15を押してしまった場合でも、圧電アクチュエータ20へは外力負荷が加わらないことになる。

#### 【0068】

図15は、図10の制御ブロック70のさらに別の実施の形態を示している。図15の制御ブロック70が図10の制御ブロック70と異なるのは、次の点である。

すなわち振動制御手段73は、A/Dコンバータ89を有していることである。このA/Dコンバータ89は、圧電アクチュエータ20の端子間の電圧S6を測定するためにこの電圧S6を取り込んでアナログ/デジタル変換してデジタル電圧S10をプロセッサ80に送る。

本発明の実施の形態では、圧電アクチュエータ20とタッチパネル15はたとえば図4に示すように直接繋がれているので、使用者がタッチパネル15を押す力はそのまま圧電アクチュエータ20に伝わる。したがって、圧電アクチュエータ20とタッチパネル15との係合部は力に応じて変位する。

圧電アクチュエータ20はこの変位を与えると、それに比例した起電力を生じる性質があるので、この起電力を測定することで使用者の指Fの操作力（押圧力）をプロセッサ80が知ることができる。このように使用者の指Fがタッチパネル15を押すことにより生じる押圧力Wに応じた圧電アクチュエータ20の電圧S6を、プロセッサ80がリアルタイムで測定することができることにより次のようなメリットがある。

#### 【0069】

すなわち使用者の指Fがタッチパネル15を過度な力で操作した場合には、たとえばプロセッサ80がCPU74に指令して画像表示部30に対して過度な力による操作を示すアイコンの表示信号S5を供給して、画像表示部30にそのア

アイコンを表示させることで使用者に過度な力を加えていることの注意を促すことができる。

入力ペンを用いた手書き入力時などの使用者の操作力（筆圧）を測定して、使用者と対応させて記憶しておくことにより、使用者の特定（認証）ができる。

タッチパネル 15 から得られる座標の情報（2次元座標情報）と、使用者の操作力の情報とを組み合わせ、3次元入力装置として動作させるようなことも考えられる。

#### 【0070】

次に、図 16 は、ある特定の振動数に限った時に、タッチパネル 15 を効率良く振動させるための振動指令方式の例について示している。

タッチパネル 15 およびその第 1～第 3 支持部 41, 42, 43 のすべてを 1 つの振動系として考えたとき、タッチパネル 15 の質量を  $m$ 、タッチパネル 15 と係合している全ての部材の、バネ定数を  $K_t$ 、粘性係数を  $C_t$  とすると、系の固有振動数  $f$  は次式で与えられる。

$$f = 1 / 2 \pi * (K_t / m - (C_t / 2 m))^{1/2}$$

図 10 の振動制御手段 73 より、上記の固有振動数を含む振動波形を指令値として出力することにより、タッチパネル 15 を効率良く振動させることができる。ここで固有振動数を含む振動波形とは正弦波等の連続的な振動だけでなく、インパルス的な加振のように様々な振動数成分が複合したものの場合もある。なお、系の固有振動数を人間が触覚を感知しやすい 50 Hz ～ 300 Hz くらいの範囲に調整するためには、タッチパネルの支持部等の材料や形状等を変更して、上述のバネ定数  $K_t$  や粘性係数  $C_t$  を適当な値にすれば良い。

#### 【0071】

バイモルフ型圧電アクチュエータの圧電素子層は、好ましくは 4 層以上ある多層バイモルフ型圧電アクチュエータが好ましい。特に、PDA などの携帯機器を考えた場合、駆動電圧の制約から通常の圧電アクチュエータは使用できない。圧電層を多層化することにより比較的低電圧で駆動が可能なアクチュエータを実現しそれをタッチパネルへの触覚フィードバックに使うことで、携帯機器においても触覚フィードバックのあるタッチパネルが実現できた。

バイモルフ型圧電アクチュエータの両端部および中央部の各支持部は、回転方向には自由度があり、触覚を伝える方向（アクチュエータ中央部の変位の方向）を拘束する。

触覚を伝える方向の拘束としてアクチュエータの変形を妨げないような点または線状の突起を用い、アクチュエータとその支持体との接合のためには軟質の接着剤を用いる。

#### 【0072】

アクチュエータが発生する振動的変位（速度）を損なわないために、アクチュエータ自体をタッチパネルの支持体とする。

タッチパネルを支持する材料は、タッチパネルと画像表示部などの表示装置の間に埃等が侵入するのを防止するダストシールを兼ねている。

タッチパネルとその支持体を含めた振動系の固有振動数を人間が触知し易い周波数領域に設定し、かつその固有振動数そのもの／その振動数を含んだ振動でタッチパネルを加振することで、使用者には効率的に触覚フィードバックを与える。

#### 【0073】

振動制御手段は1つまたは複数の制御パターン（振動波形）を記憶しており、使用者が選択するタッチパネル上の座標（通常アイコン等とリンクしている）に応じて適当な制御パターンを機器が選択し、アクチュエータを制御する。

この振動制御手段が記憶している制御パターンはソフトウェアによって定義されており、メーカーまたは使用者が任意に書き換えることが可能である。

振動制御手段は、アクチュエータに外力が加わることにより生じる起電力を検知する手段を備えており、使用者が入力操作を行うときの押圧力が測定できる。

#### 【0074】

バイモルフ型圧電アクチュエータの片端部のみをベース等に固定し、もう一方の端部はタッチパネルと繋がっている構造も採用できる。

圧電アクチュエータが発生する振動的変位（速度）を損なわないために、ダンピング効果が少なくかつ柔軟な材料（たとえば 北川工業株式会社製のKGゲル）を介してタッチパネルを支持する。



圧電アクチュエータの曲げ変形を妨げないように、圧電アクチュエータは、タッチパネル下面に支持し、圧電アクチュエータが変位することで生じる振動をタッチパネルに伝える。この場合に、圧電アクチュエータの中央部には錘が付加されるようにしてもよい。

#### 【0075】

バイモルフ型圧電アクチュエータを用いることで、携帯機器に適した小型（薄型）で低消費電力という特徴をもった触覚フィードバックシステムを構築できる。特に多層バイモルフ型圧電アクチュエータにすることで、上記の特徴の他、携帯機器で通常使われるL i - i o n式やN i - 水素式等のバッテリーを電源として動作する低電圧駆動型の触覚フィードバックシステムの構築が可能である。

簡素で安価な構造でバイモルフ型圧電アクチュエータの支持が実現する。

アクチュエータ自体がタッチパネルの支持体になるので、支持体による振動のロスがないばかりか、構造がシンプルになり安価なシステムを提供できる。

タッチパネルの支持部材がダストシールの機能も兼ねているので部材の点数を減らすことが可能で結果として安価なシステムを提供できる。

アクチュエータの出力を小さくしても使用者が触知できる振動を発生させることができるので、小型で安価なシステムを提供できる。

#### 【0076】

入出力装置は、任意波形をもった振動（触覚）フィードバックが可能であるので、入力動作の確認としての操作感をはじめ、様々な触覚情報（感覚）を使用者に提供できる。この触覚情報は、視覚情報や聴覚情報に加えた第3の情報提示チャンネルとして活用することで、使用者に対してよりリアリティの高い、豊かな情報提供が可能である。さらに触覚は視覚や聴覚に比較して人間にとってより根源的な感覚であることを利用して、人間の感情を表現できる可能性もある。また、触覚フィードバックを単独で使うことも想定される。この場合は盲人への情報提示から、運転中や騒音環境下または何らかの状況により視覚・聴覚情報が期待できない場合に、いわゆるブラインド操作を可能にする。

振動波形を容易に書き換えたり、加えたりすることができるため、たとえば機器が使われる国ごとの振動波形の設定や、使用者の好みに合わせた振動パターン

の設定が可能である。また、それぞれの使用者が作成した振動パターンをたとえばネットワークを介して他の使用者に提供することも可能である。

#### 【0077】

使用者が機器をどのように使っているか状況がわかるので使用者による機器の破壊などを未然に防ぐことができる。また触覚を提示するために必要な部品と操作力を検知するための部品の大部分が共通で使えるので、安価な3次元入力デバイスを提供できる。

タッチパネルを支持する材料が柔軟性を持っているため圧電アクチュエータの発生する変位が機械的に抑制されることがなく、かつその材料が振動を吸収する特性（たとえばゴムのように）を小さくしてあるので、圧電アクチュエータの発生するエネルギーが効率良くタッチパネルに伝達できる。

使用者がタッチパネルを押したときの力が圧電アクチュエータに加わることはないので、使用者が誤って過度の力でタッチパネルを押してしまった際も圧電アクチュエータへの外力負荷がない。

錘の慣性力が、圧電アクチュエータがタッチパネルを押し上げる時の反力を支えるので、圧電アクチュエータの変位が効率よくタッチパネルに伝達できる。

#### 【0078】

ところで本発明は上述した実施の形態に限定されるものではない。

バイモルフ型圧電アクチュエータ20の第1アクチュエータユニットと第2アクチュエータユニットの積層構造の例としては、それぞれ9層の圧電素子層63を有している。しかしこの圧電素子層63の積層数は9層に限らず、複数層であればよく、好ましくは4層以上であるとより大きな撓み変位を小さな駆動電圧で得ることができる。

図示の例では、第1支持部と第2支持部が画像表示部側に配置され、第3支持部がタッチパネル側に配置されているが、これに限らず第1支持部と第2支持部がタッチパネル側に配置され、かつ第3支持部が画像表示部側に配置されてもよい。

#### 【0079】

本発明の実施の形態の電子機器は、一例として携帯情報端末（PDA）を例に

挙げている。しかしこれに限らず本発明の入出力装置 100 を有する電子機器 10 は、携帯情報端末に限らず、携帯電話機、リモートコントローラ、DSC（デジタルスティルカメラ）、DVC（デジタルビデオコーダー）、PC（パーソナルコンピュータ）など、全てのタッチパネルを入力手段として備えている入出力装置を備える電子機器を含むものである。

#### 【0080】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、使用者がタッチパネルに対して触覚を利用して情報の入力操作を行う際に、情報の種類に応じた入力操作に対する使用者へのフィードバックを使用者に対する触覚で確実に実現することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の入出力装置を有する電子機器の好ましい実施の形態を示す斜視図。

#### 【図 2】

図 1 の電子機器 10 のタッチパネルと支持フレームおよびバイモルフ型圧電アクチュエータを示す図。

#### 【図 3】

図 1 の電子機器の分解斜視図。

#### 【図 4】

図 3 の電子機器の A-A 線における断面構造部。

#### 【図 5】

図 4 の圧電アクチュエータ、振動伝達機構などを拡大して示す図。

#### 【図 6】

バイモルフ型圧電アクチュエータの構造例を示しており、一部省略した斜視図。

。

#### 【図 7】

図 6 のバイモルフ型圧電アクチュエータの積層構造例を示す図。

#### 【図 8】

バイモルフ型圧電アクチュエータが単層の場合と複数層の場合の比較例を示す

図。

【図 9】

画像表示部に一例として表示されたアイコンおよびそれらのアイコンに対応する振動制御波形パターンの例を示す図。

【図 10】

入出力装置を含む制御ブロックを示す図。

【図 11】

本発明の別の実施の形態を示す断面図。

【図 12】

本発明のさらに別の実施の形態を示す断面図。

【図 13】

本発明のさらに別の実施の形態を示す断面図。

【図 14】

本発明のさらに別の実施の形態を示す断面図。

【図 15】

図 10 に対応して示す制御ブロックの別の実施の形態を示す図。

【図 16】

本発明のバイモルフ型圧電アクチュエータにおいてある特定の振動子に限った時に、タッチパネルを効率良く振動させるための振動指令方式の例を示す図。

【符号の説明】

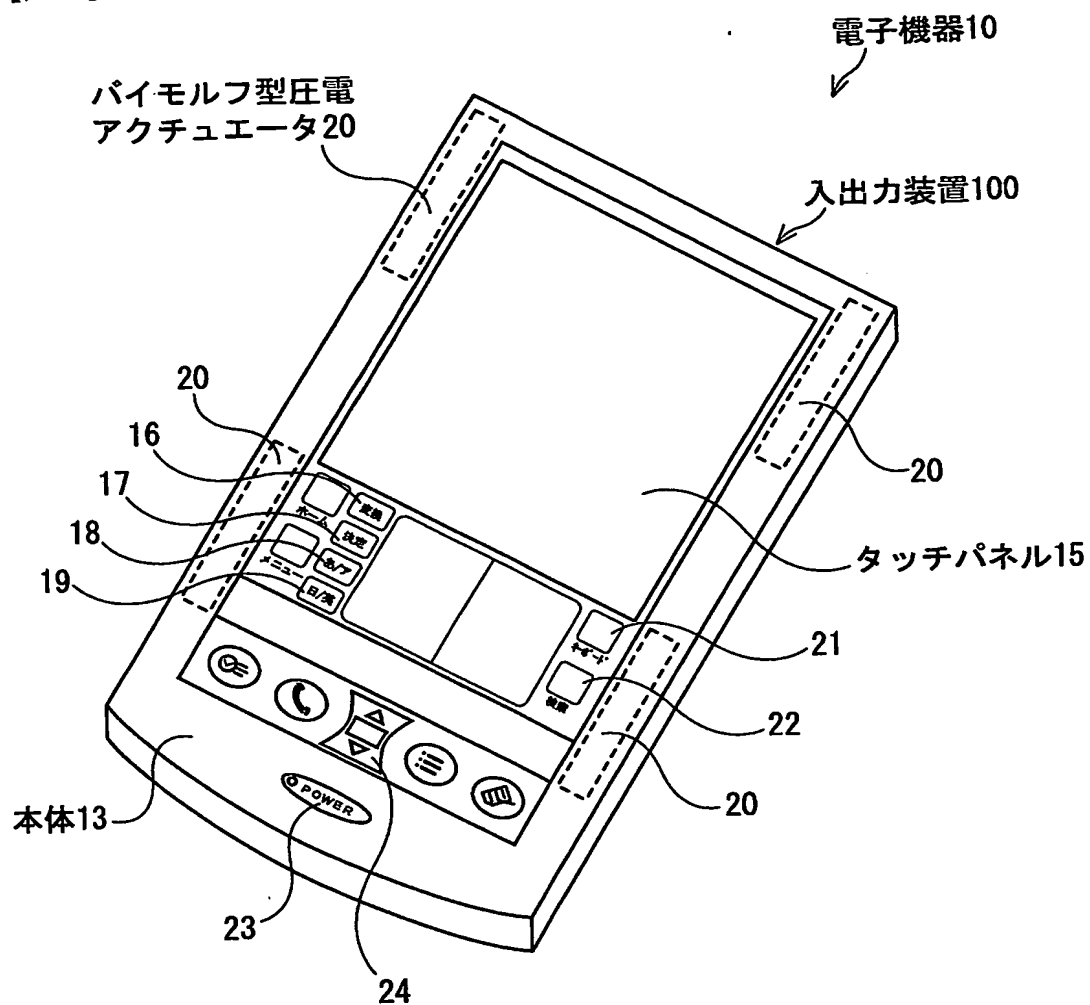
10・・・電子機器、15・・・タッチパネル、20・・・バイモルフ型圧電アクチュエータ（圧電アクチュエータ）、25・・・支持フレーム、30・・・画像表示部、31乃至34・・・アイコン（画像表示部に表示される情報の一例）、37・・・振動伝達機構、41・・・第1支持部、42・・・第2支持部、43・・・第3支持部、50・・・支持部の突起、51・・・支持部の軟質の接着剤、61・・・圧電アクチュエータの第1アクチュエータユニット、62・・・圧電アクチュエータの第2アクチュエータユニット、63・・・圧電素子層、64・・・圧電素子、65・・・電極層、71・・・振動発生手段、73・・・振動制御手段、113・・・ダストシール、P1乃至P4・・・振動制御波形パタ



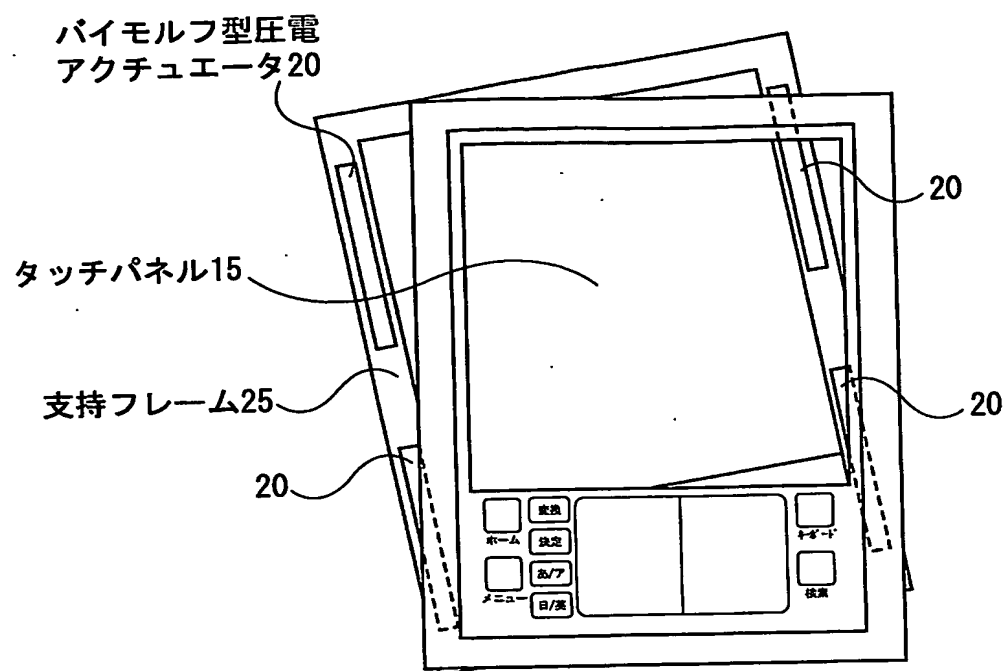
ン、U・・・振動変位

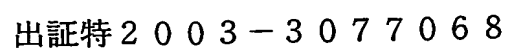
【書類名】 図面

【図1】



【図2】

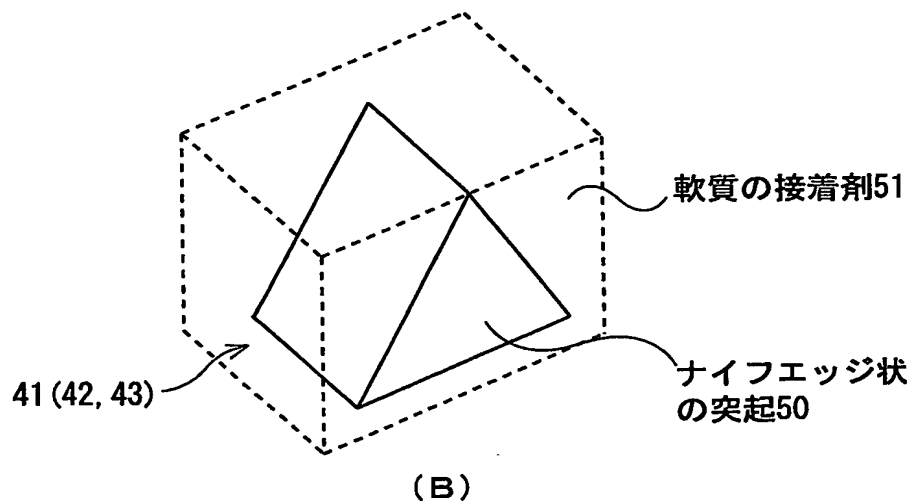
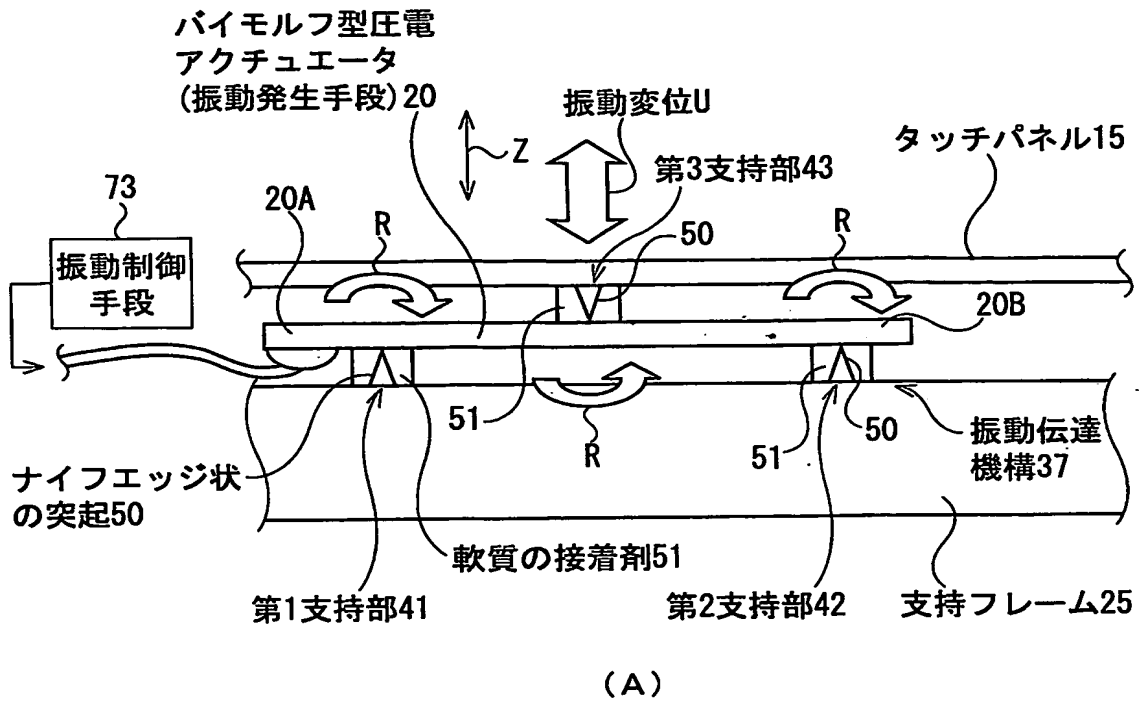




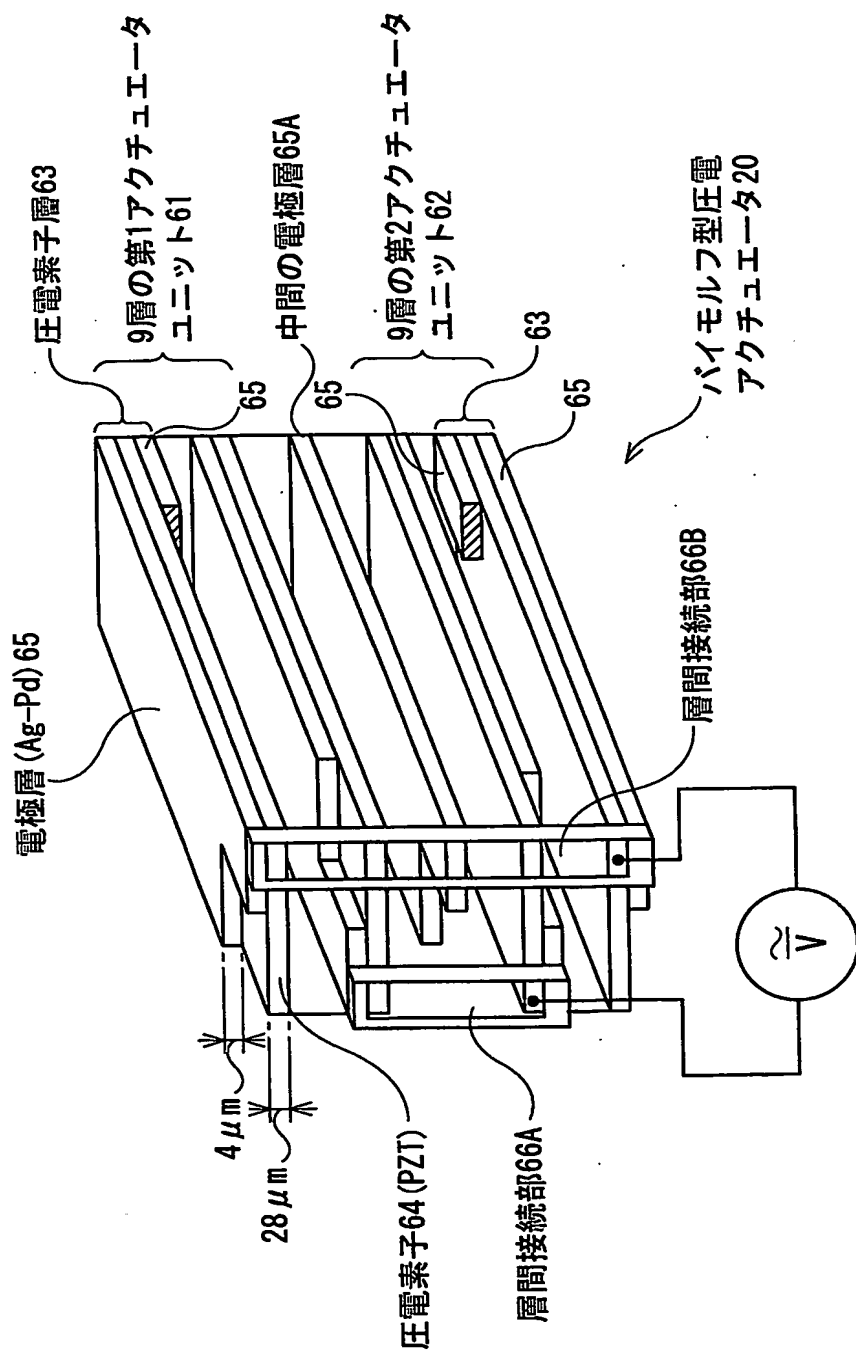




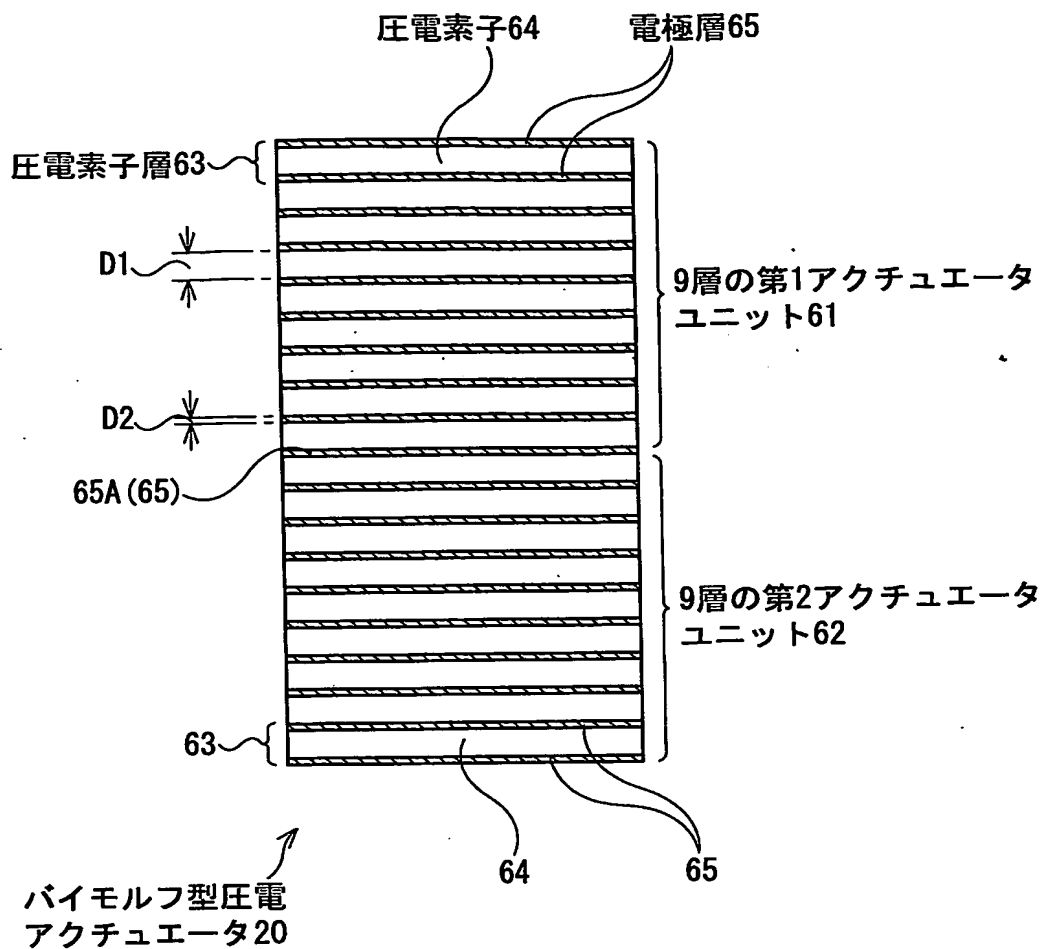
【図 5】



【図 6】

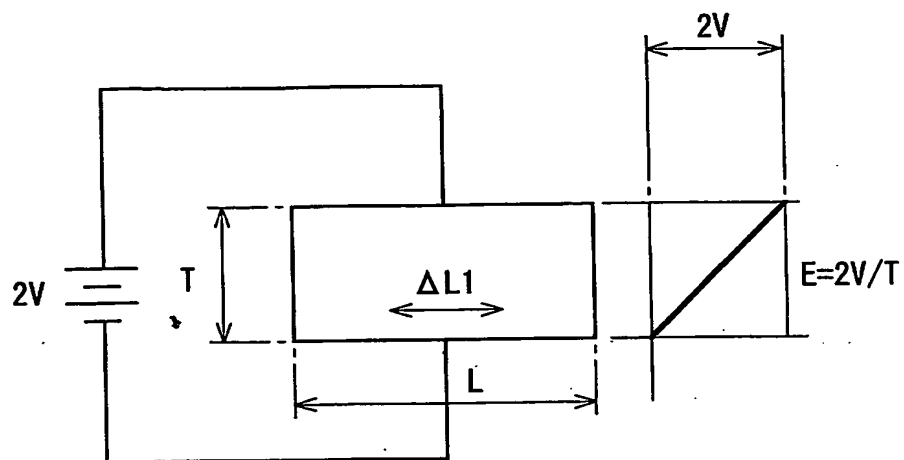


【図 7】



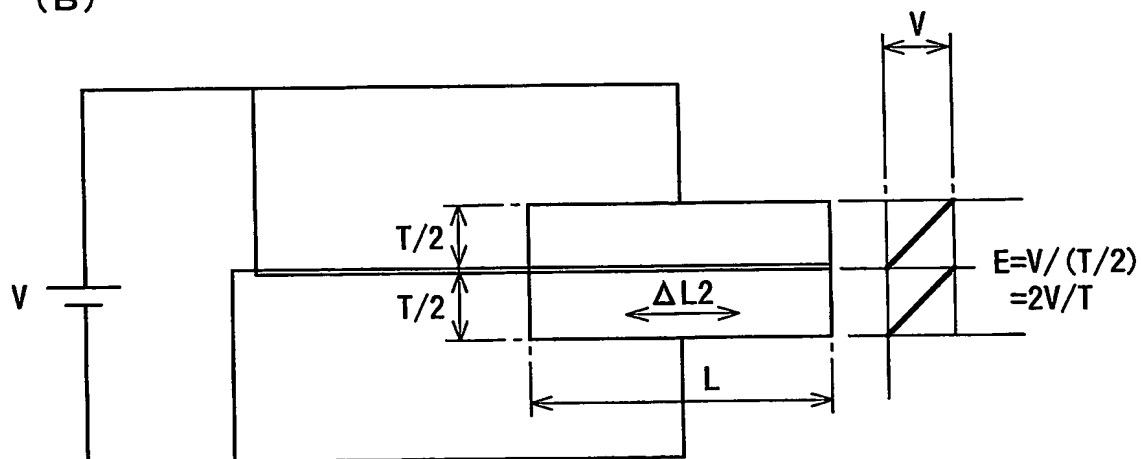
【図 8】

(A)



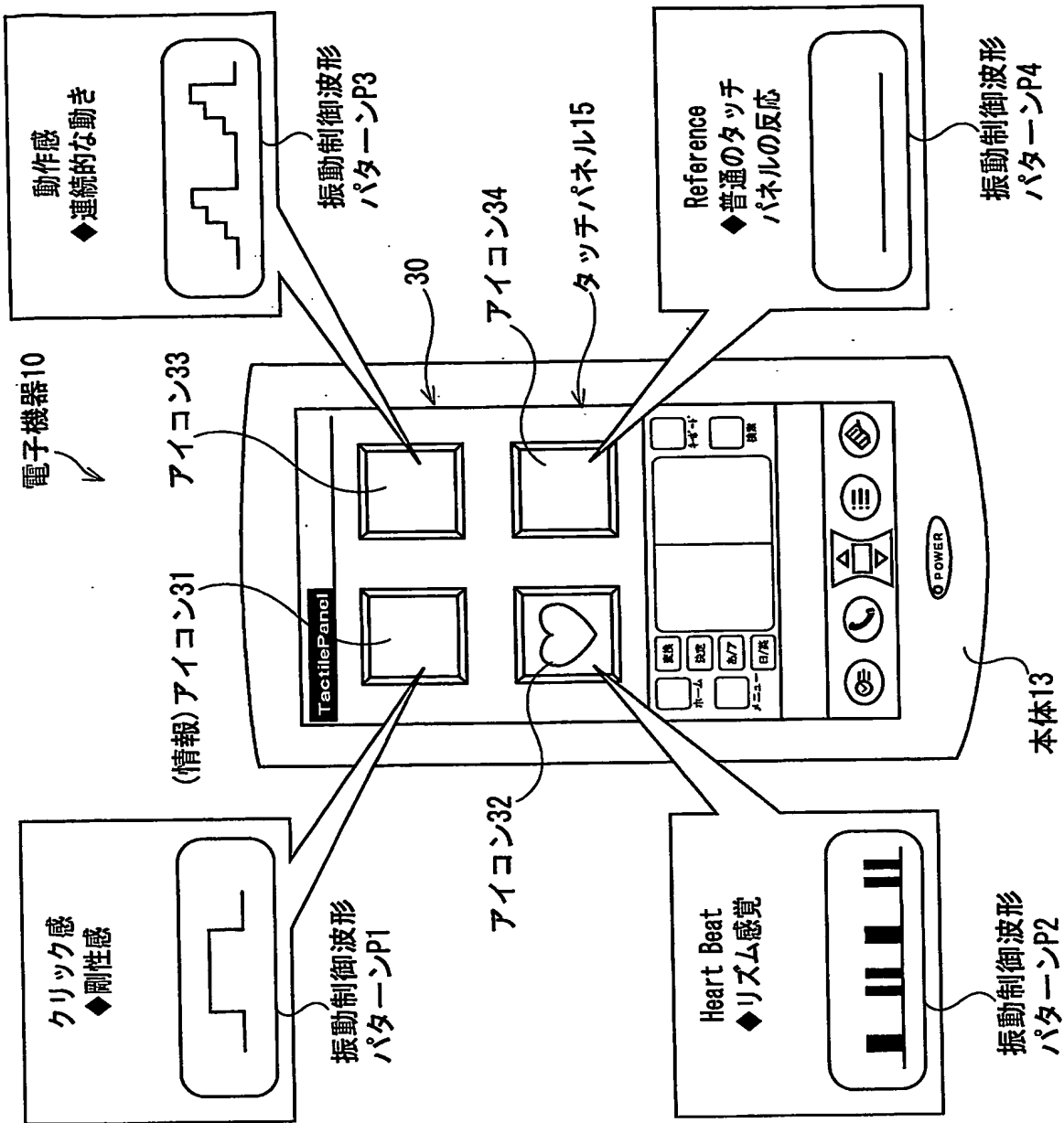
$$\Delta L1 = d31 \times E \times L$$

(B)



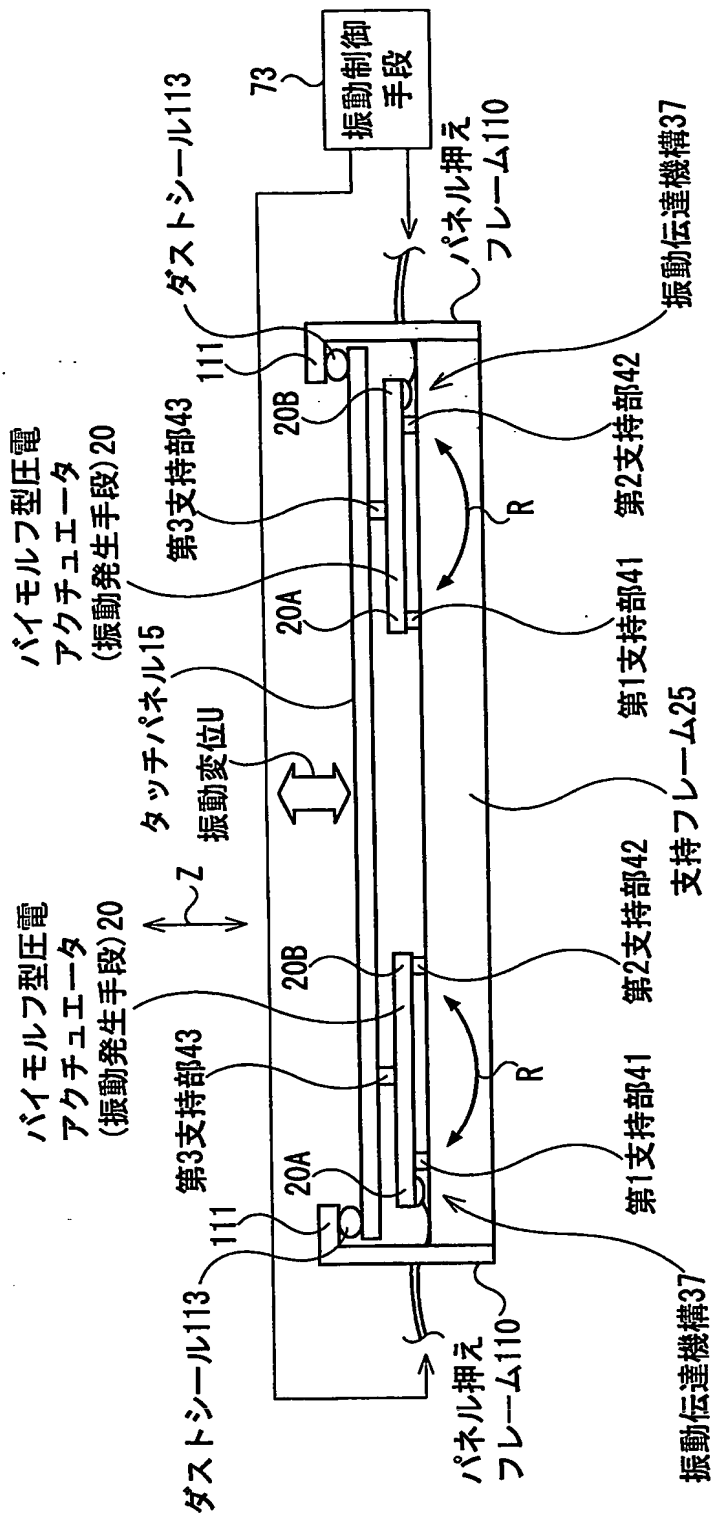
$$\begin{aligned} \Delta L2 &= d31 \times E \times L \\ &= \Delta L1 \end{aligned}$$

【図9】



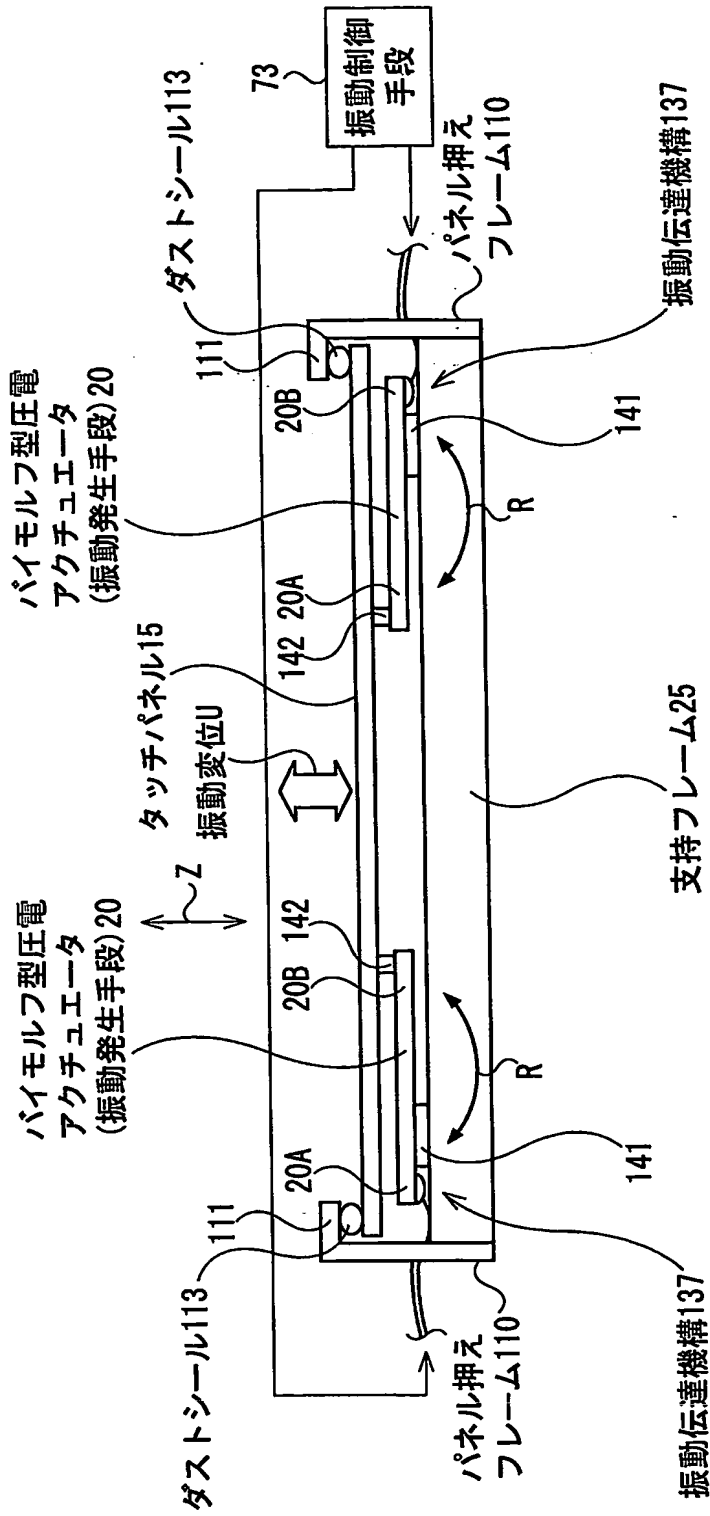


【図11】



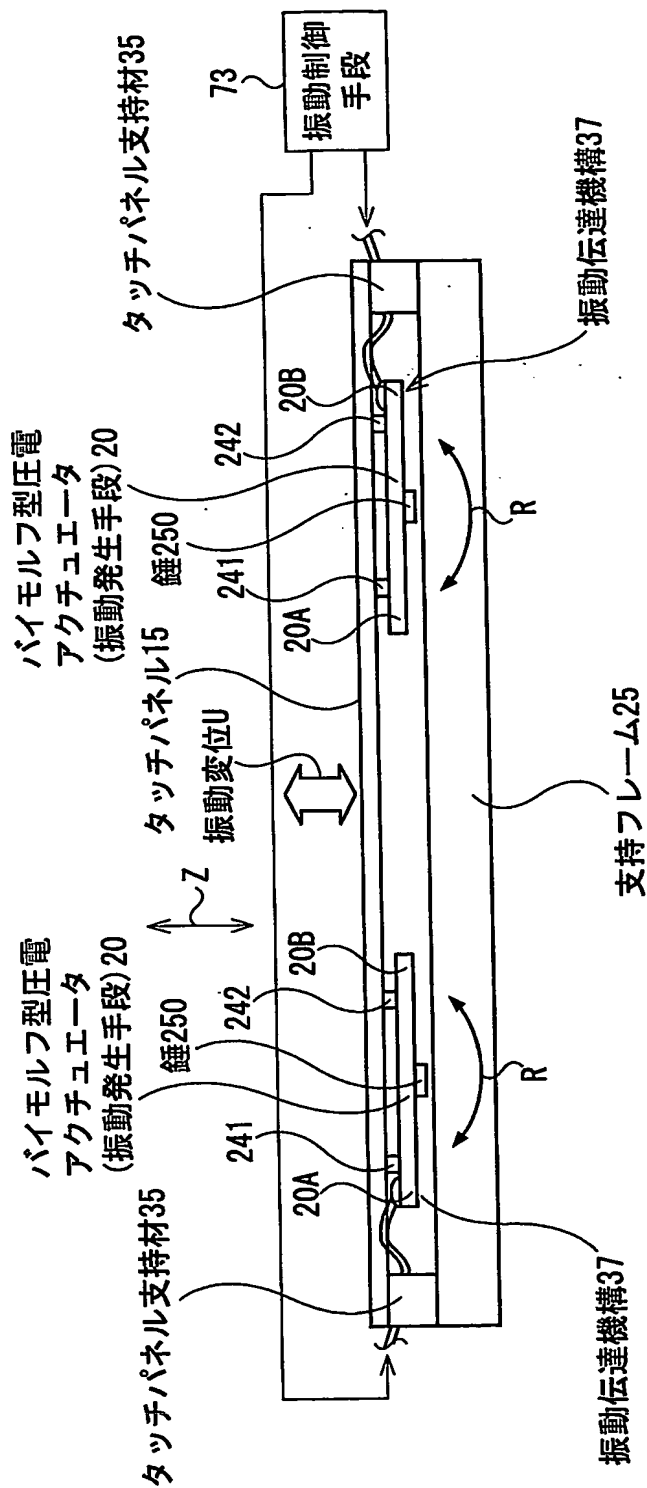


【図12】

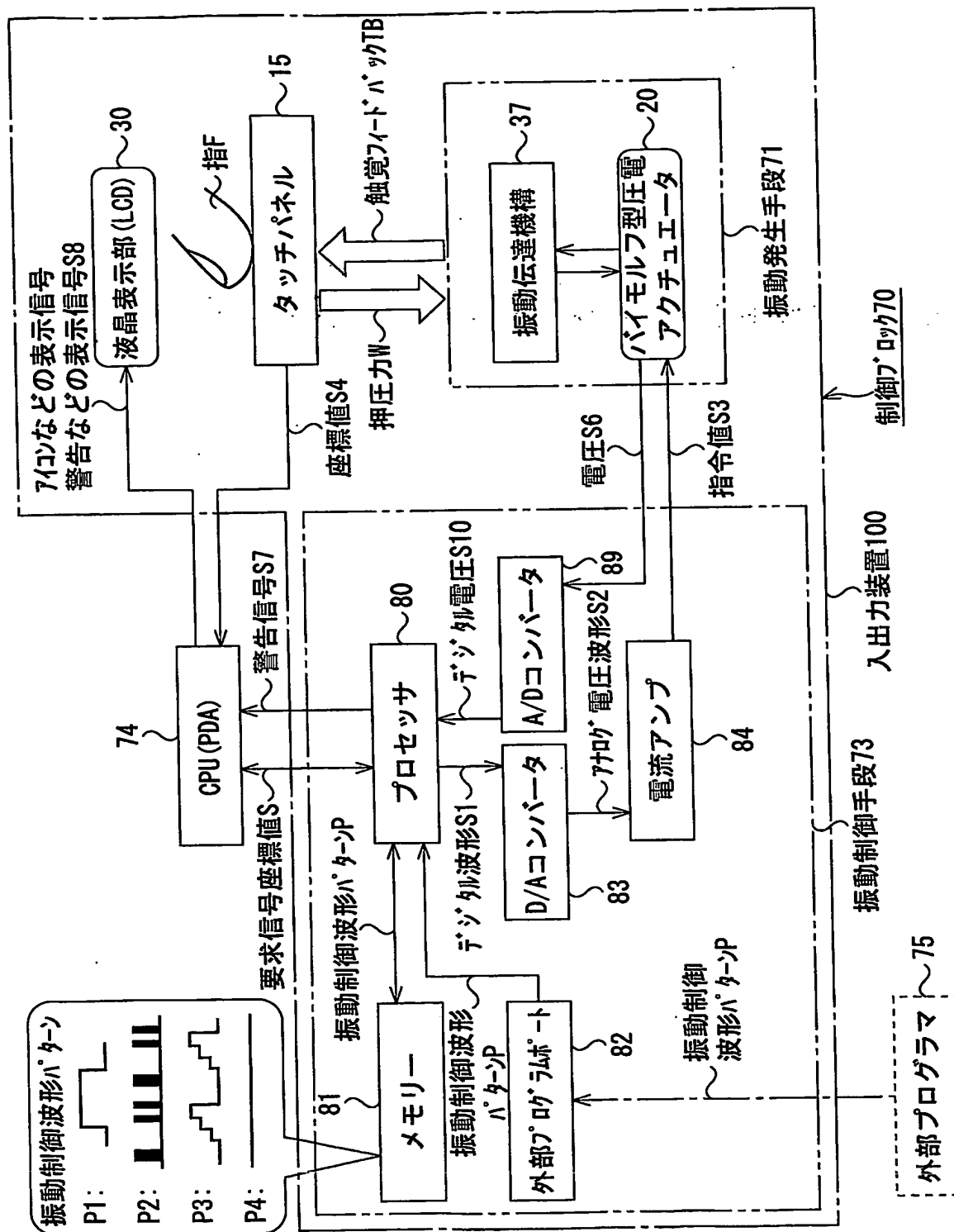




【図14】



【図15】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用者がタッチパネルに対して触覚を利用して情報の入力操作を行う際に、情報の種類に応じた入力操作に対する使用者へのフィードバックを使用者に対する触覚で確実に実現することができる入出力装置を提供すること。

【解決手段】 情報を表示する画像表示部 30 と、画像表示部の情報を表示している位置に対応する部分へ使用者が接触することで情報の入出力を行うためのタッチパネル 15 と、画像表示部に配置されて情報の種類に応じてタッチパネルを通じて異なる種類の触覚を使用者にフィードバックさせるための振動発生手段 71 と、情報の種類に応じて異なる振動を振動発生手段に発生させるための振動制御手段 73 を備え、振動発生手段はバイモルフ型圧電アクチュエータであり、第 1 アクチュエータユニットと第 2 アクチュエータユニットは、ともに複数の圧電素子層 63 により積層してある。

【選択図】 図 3

特願 2002-251781

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002185]

1. 変更年月日

1990年 8月30日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名

ソニー株式会社